

Implementasi Ultrasonik pada Sistem Monitoring Persediaan Air di PDAM dengan Komunikasi Wireless Berbasis Mikrokontroler

Elvan Achmadi¹, Paulus Susetyo Wardhana², Eru Puspita²

¹Penulis, Mahasiswa Jurusan Teknik Elektronika PENS - ITS

²Dosen Pembimbing, Staf Pengajar di Jurusan Teknik Elektronika PENS - ITS

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Electronics Engineering Polytechnic Institute of Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, INDONESIA

Tel: +62 (31) 594 7280; Fax: +62 (31) 594 6114

email : non_zens@yahoo.co.id

Abstrak - Memonitoring persediaan Air Bersih di PDAM saat ini sangat diperlukan. Dalam hal ini terdapat kendala yang sering dihadapi karena belum menggunakan sistem otomatis. Monitoring pengukuran level ketinggian air di dalam penampungan masih menggunakan garis ukur. Pada Tugas Akhir ini telah dirancang alat ukur level ketinggian menggunakan aplikasi gelombang ultrasonik. Sistem alat terdiri dari *transmitter*, *receiver* ultrasonik yang berbasis mikrokontroler ATmega8535. *Transmitter* dan *receiver* ultrasonik di arahkan ke penampungan air. Dimana jarak berbanding lurus dengan waktu pemancaran *transmitter* sampai diterima kembali oleh *receiver*. Ultrasonik menggunakan pemancaran gelombang untuk mengetahui level ketinggian sehingga tidak memiliki resiko yang membahayakan bagi manusia. Setelah dilakukan pengujian, dalam pengukuran jarak yang dilakukan oleh sensor ultrasonik ini, kesalahan pengukuran jarak relatif kecil yaitu sekitar 0,41 %. Dan dalam implementasinya arah transduser *transmitter* dan *receiver* harus tegak lurus terhadap permukaan air. Serta untuk pengiriman data dilakukan melalui media tanpa kabel (*Wireless*). Untuk memonitoring, maka digunakan Komunikasi RS 232 untuk menghubungkan dari Mikrokontroler ke Personal Computer (PC). Tampilan data monitoring pada Personal Computer (PC) menggunakan software pemrograman Microsoft Visual Basic. Dari hasil pengujian komunikasi serial RS232 mikrokontroler, dalam pengiriman data protokol ke PC secara *real time* dilakukan tiap data per 1 detik berjalan dengan baik.

Kata Kunci : Transduser ultrasonik, *transmitter* dan *receiver*, mikrokontroler, *wireless*, visual basic

I. PENDAHULUAN

Memonitoring penyediaan Air Bersih di penampungan PDAM saat ini sangatlah diperlukan. Karena hal itu berguna untuk menjaga persediaan air di penampungan berada pada



Gambar 1 panas dan cepat rusak.

Pada gambar 1, ditunjukkan alat ukur level ketinggian air bersih di penampungan PDAM sekarang ini. Alat ukur tersebut mengukur ketinggian level air diatas 50%. Metode penggunaan garis ukur ini tentunya memiliki kendala di sisi mekaniknya. Dan juga dalam hal ini terdapat kendala yang sering dihadapi karena belum menggunakan sistem otomatis. Alat ukur ini diletakkan berada di dekat penampungan dan tempat ruangan operator yang bertugas memantau ketinggian air berada sejauh ± 100 meter, sehingga bila ingin mengetahui ketinggian air di penampungan, operator harus terlebih dahulu mendatangi tempat tersebut. Tentu saja monitoring seperti saat ini tidak akan bisa memantau ketinggian air di penampungan secara *real time*.

Sekarang, teknologi komunikasi saat ini telah mengalami kemajuan yang cukup pesat, salah satunya mengenai media komunikasi yang digunakan. Secara konvensional, teknologi komunikasi masih menggunakan kabel sebagai media untuk pengiriman dan penerimaan informasi (misal: sepasang kabel yang dibelitkan, koaksial, *fiber optics*). Namun, saat ini

teknologi komunikasi tidak hanya secara konvensional melainkan juga telah berkembang menjadi komunikasi *wireless*[6]. Komunikasi *wireless* adalah komunikasi tanpa kabel[6]. Media komunikasi tanpa kabel (*wireless*) memiliki keunggulan-keunggulan dibanding menggunakan kabel dalam media komunikasi datanya. Disamping untuk menekan biaya jika menggunakan media komunikasi menggunakan kabel, maka dalam pemasangannya pun lebih mudah.

Maka pada proyek ini telah dirancang alat ukur level ketinggian menggunakan aplikasi gelombang ultrasonik. Sistem alat terdiri dari *transmitter* dan *receiver* ultrasonik yang berbasis mikrokontroler. Transmitter dan receiver di arahkan ke penampungan air. Dimana jarak berbanding lurus dengan waktu pemancaran transmitter sampai diterima kembali oleh receiver. Data level ketinggian air di penampungan tersebut, dikirimkan secara *wireless*, dimana *receiver*nya ditempatkan berada di ruangan operator. Kemudian untuk memonitoring, maka digunakan Komunikasi RS 232 untuk menghubungkan Mikrokontroler ke Personal Computer (PC). Tampilan data monitoring pada Personal Computer (PC) menggunakan software pemrograman Microsoft Visual Basic.

II. TEORI PENUNJANG

A. Sensor Ultrasonik

1) Pengertian Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 kHz. Gelombang ini dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas, hal ini disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum mekanik sehingga merambat sebagai interaksi dengan molekul dan sifat enersia medium yang dilaluinya.

Karakteristik gelombang ultrasonik yang melalui medium mengakibatkan getaran partikel dengan medium amplitudo sejajar dengan arah rambat secara longitudinal sehingga menyebabkan partikel medium membentuk rapatan (*Strain*) dan tegangan (*Stress*). Proses kontinu yang menyebabkan terjadinya rapatan dan regangan di dalam medium disebabkan oleh getaran partikel secara periodik selama gelombang ultrasonik melaluinya [2].

2) Energi Dan Intensitas Gelombang Ultrasonik

Jika gelombang ultrasonik merambat dalam suatu medium, maka partikel Medium mengalami perpindahan energi. Besarnya energi gelombang ultrasonik yang dimiliki partikel medium adalah :

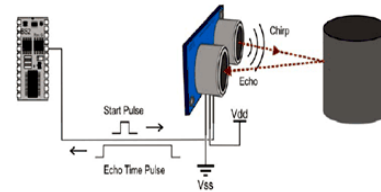
$$E = E_p + E_k \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

E_p = energi potensial (Joule)

E_k = energi kinetik (Joule)

Untuk menghitung intensitas gelombang ultrasonik perlu mengetahui energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik.[2]



Gambar 2. Ilustrasi cara kerja sensor

Prinsip kerja dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut :

1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz, biasanya yang digunakan untuk mengukur jarak benda adalah 40kHz. Sinyal tersebut di bangkitkan oleh rangkaian pemancar ultrasonik.
2. Sinyal yang dipancarkan tersebut kemudian akan merambat sebagai sinyal / gelombang bunyi dengan kecepatan bunyi yang berkisar 340 m/s. Sinyal tersebut kemudian akan dipantulkan dan akan diterima kembali oleh bagian penerima Ultrasonik.
3. Setelah sinyal tersebut sampai di penerima ultrasonik, kemudian sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jaraknya. Jarak dihitung berdasarkan rumus

$$S = 340.t/2$$

dimana S adalah jarak antara sensor ultrasonik dengan bidang pantul, dan t adalah selisih waktu antara pemancaran gelombang ultrasonik sampai diterima kembali oleh bagian penerima ultrasonik.

B. Spesifikasi dari Xbee-Pro

Xbee-Pro merupakan *serial interface* tanpa kabel. Xbee-Pro berfungsi menghubungkan *eksternal controller* dengan eBox4300, dengan jarak komunikasi serial ini bisa mencapai 300 meter diluar ruangan. Kelebihan utama yang menjadikan Xbee-pro dipilih sebagai komunikasi serial nirkabel karena Xbee-Pro memiliki konsumsi daya yang rendah yaitu hanya 3,3 Volt. Perangkat Xbee-Pro merupakan modul RF yang didesain dengan standard protokol IEEE 802.15.4 dan sesuai dengan kebutuhan yang sederhana untuk jaringan sensor tanpa kabel. XBee-Pro hanya membutuhkan energi yang rendah untuk beroperasi. Modul ini beroperasi pada rentang frekuensi 2.4 GHz. Tabel 2.2 merupakan spesifikasi dari XBee-Pro. Penggunaan XBee-Pro sebagai perangkat komunikasi pada *external controller* pada dasarnya dilihat dari keistimewaan xBee-Pro, hanya dengan tegangan 3,3V XBee-Pro sudah bisa diaktifkan dan dapat berkomunikasi sejauh 300meter.



Gambar 3 Bentuk Fisik Xbee-Pro

Dengan menggunakan fasilitas wireless modul transceiver yang dapat dilihat pada Gambar 3, alat ini berfungsi sebagai pengirim dan penerima data secara serial, sehingga memungkinkan untuk memonitoring ketinggian air dari jarak jauh tanpa menggunakan kabel.

C. Mikrokontroler ATmega8535

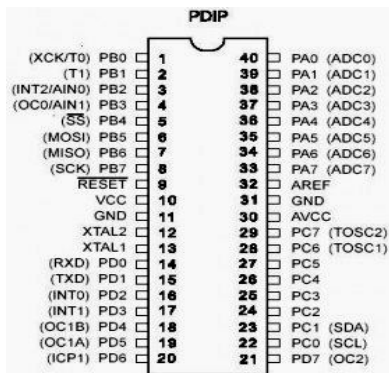
Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah *chip* di mana di dalamnya sudah terdapat Mikroprosesor, I/O, Memori bahkan ADC, berbeda dengan Mikroprosesor yang berfungsi sebagai pemroses data (Heryanto, dkk, 2008:1).

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* atau dikenal dengan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx.



Gambar 4. Mikrokontroler ATmega8535

Pada dasarnya yang membedakan masing-masing adalah kapasitas memori, *peripheral* dan fungsinya (Heryanto, dkk, 2008:1). Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. Berikut ini gambar Mikrokontroler Atmega8535.



Gambar 5. Konfigurasi Pin ATmega8535

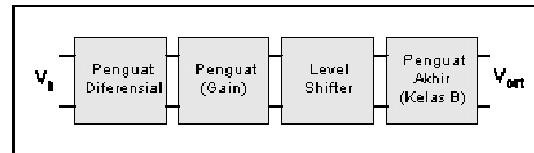
Secara umum konfigurasi dan fungsi pin ATmega8535 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. VCC Input sumber tegangan (+)
2. GND Ground (-)

3. Port A (PA7 ... PA0) Berfungsi sebagai input analog dari ADC (Analog to Digital Converter). Port ini juga berfungsi sebagai port I/O dua arah, jika ADC tidak digunakan.
4. Port B (PB7 ... PB0) Berfungsi sebagai port I/O dua arah. Port PB5, PB6 dan PB7 juga berfungsi sebagai MOSI, MISO dan SCK yang dipergunakan pada proses downloading. Fungsi lain port ini selengkapnya bisa dibaca pada buku petunjuk "AVR ATmega8535".
5. Port C (PC7 ... PC0) Berfungsi sebagai port I/O dua arah. Fungsi lain port ini selengkapnya bisa dibaca pada buku petunjuk "AVR ATmega8535".
6. Port D (PD7 ... PD0) Berfungsi sebagai port I/O dua arah. Port PD0 dan PD1 juga berfungsi sebagai RXD dan TXD, yang dipergunakan untuk komunikasi serial. Fungsi lain port ini selengkapnya bisa dibaca pada buku petunjuk "AVR ATmega8535".
7. RESET Input reset.
8. XTAL1 Input ke amplifier inverting osilator dan input ke sirkuit clock internal.
9. XTAL2 Output dari amplifier inverting osilator.
10. AVCC Input tegangan untuk Port A dan ADC.
11. AREF Tegangan referensi untuk ADC.

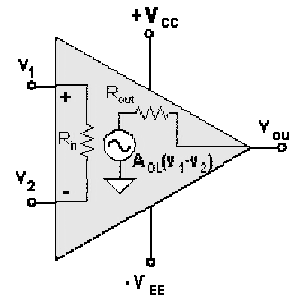
D. Op-amp

Op-amp di dalamnya terdiri dari beberapa bagian, yang pertama adalah penguat diferensial, lalu ada tahap penguatan (*gain*), selanjutnya ada rangkaian penggeser level (*level shifter*) dan kemudian penguat akhir yang biasanya dibuat dengan penguat *push-pull* kelas B. Gambar-9(a) berikut menunjukkan diagram dari op-amp yang terdiri dari beberapa bagian tersebut.



Gambar-6 (a) : Diagram blok Op-Amp

Simbol op-amp adalah seperti pada gambar-6(b) dengan 2 input, *non-inverting* (+) dan input *inverting* (-). Umumnya op-amp bekerja dengan *dual supply* (+V_{cc} dan -V_{ee}) namun banyak juga op-amp dibuat dengan *single supply* (V_{cc} - ground).



Gambar-6 (b) : Diagram schematic simbol Op-Amp

Simbol rangkaian di dalam op-amp pada gambar-9(b) adalah parameter umum dari sebuah op-amp. R_{in} adalah resistansi input yang nilai idealnya infinite (tak terhingga). R_{out} adalah resistansi output dan besar resistansi idealnya 0 (nol). Sedangkan A_{OL} adalah nilai penguatan open loop dan nilai idealnya tak terhingga.

Saat ini banyak terdapat tipe-tipe op-amp dengan karakteristik yang spesifik. Tabel-1 menunjukkan beberapa parameter op-amp yang penting beserta nilai idealnya dan juga contoh real dari parameter LM741.

Tabel-1 : Parameter Op-amp yang Penting

Parameter	Symbol	Op-amp Ideal	LM741
Open loop voltage gain	A_{OL}	Infinite	100.000
Unity-gain frequency	f_{unity}	Infinite	1 MHz
Input resistance	R_{in}	Infinite	2 M Ω
Output resistance	R_{out}	0	75 Ω
Input bias current	$I_{in(bias)}$	0	80 nA
Input offset current	$I_{in(off)}$	0	20 nA
Input offset voltage	$V_{in(off)}$	0	2 mV
Slew rate	S_R	Infinite	0.5 V/ μ s
Common Mode Rejection Ratio	CMMR	Infinite	90 dB

1) Penguatan Open-loop

Op-amp idealnya memiliki penguatan *open-loop* (A_{OL}) yang tak terhingga. Namun pada prakteknya op-amp memiliki penguatan yang terhingga kira-kira 100.000 kali. Sebenarnya dengan penguatan yang sebesar ini, sistem penguatan op-amp menjadi tidak stabil. Input diferensial yang amat kecil saja sudah dapat membuat outputnya menjadi saturasi.

2) Unity-gain frequency

Op-amp ideal mestinya bisa bekerja pada frekuensi berapa saja mulai dari sinyal DC sampai frekuensi Giga Herz. Parameter *unity-gain frequency* menjadi penting jika op-amp digunakan untuk aplikasi dengan frekuensi tertentu. Parameter A_{OL} biasanya adalah penguatan op-amp pada sinyal DC. Response penguatan op-amp menurun seiring dengan menaiknya frekuensi sinyal input. Jika perlu merancang aplikasi pada frekuensi tinggi, maka pilihlah op-amp yang memiliki *unity-gain frequency* lebih tinggi.

3) Slew rate

Di dalam op-amp kadang ditambahkan beberapa kapasitor untuk kompensasi dan mereduksi noise. Namun kapasitor ini menimbulkan kerugian yang menyebabkan response op-amp terhadap sinyal input menjadi lambat. Op-amp ideal memiliki parameter slew-rate yang tak terhingga. Sehingga jika input berupa sinyal kotak, maka outputnya juga kotak. Tetapi karena ketidakidealan op-amp, maka sinyal output dapat berbentuk eksponensial.

4) Parameter CMRR

Ada satu parameter yang dinamakan CMRR (*Common Mode Rejection Ratio*). Parameter ini cukup penting untuk menunjukkan kinerja op-amp tersebut. Op-amp dasarnya adalah penguat diferensial dan mestinya tegangan input yang dikuatkan hanyalah selisih tegangan antara input v_1 (*non-inverting*) dengan input v_2 (*inverting*). Karena ketidakidealan op-amp, maka tegangan persamaan dari kedua input ini ikut

juga dikuatkan. Parameter CMRR diartikan sebagai kemampuan op-amp untuk menekan penguatan tegangan ini (*common mode*) sekecil-kecilnya. CMRR didefinisikan dengan rumus $CMRR = A_{DM}/A_{CM}$ yang dinyatakan dengan satuan dB. Contohnya op-amp dengan $CMRR = 90$ dB, ini artinya penguatan A_{DM} (*differential mode*) adalah kira-kira 30.000 kali dibandingkan penguatan A_{CM} (*common mode*). Kalau CMRR-nya 30 dB, maka artinya perbandingannya kira-kira hanya 30 kali. Kalau diaplikasikan secara real, misalkan tegangan input $v_1 = 5.05$ volt dan tegangan $v_2 = 5$ volt, maka dalam hal ini tegangan diferensialnya (*differential mode*) = 0.05 volt dan tegangan persamaan-nya (*common mode*) adalah 5 volt. Maka dapat dimengerti bahwa dengan CMRR yang makin besar maka op-amp diharapkan akan dapat menekan penguatan sinyal yang tidak diinginkan (*common mode*) sekecil-kecilnya. Jika kedua pin input dihubungkan singkat dan diberi tegangan, maka output op-amp mestinya nol. Dengan kata lain, op-amp dengan CMRR yang semakin besar akan semakin baik.

III. TUJUAN PROYEK AKHIR

Tujuan dari Proyek Akhir ini adalah untuk membantu serta memudahkan operator dari pihak PDAM untuk memantau keadaan ketinggian air bersih di penampungan/*reservoir*. Disamping ketinggian air dapat dipantau dari PC (Personal Computer), level ketinggian air juga dapat dipantau dengan menyusun beberapa Lampu bohlam 5 Watt yang membentuk batang dengan panjang sama dengan setengah kedalaman dari *reservoir* yang dipantau yaitu sekitar 225 cm. Jadi disamping level ketinggian dapat diketahui / dimonitoring melalui komputer, juga disini digunakan Lampu Bar untuk lebih memudahkan operator dalam pemantauan ketinggian air dipenampungan/*reservoir*.

IV. PERANCANGAN ALAT

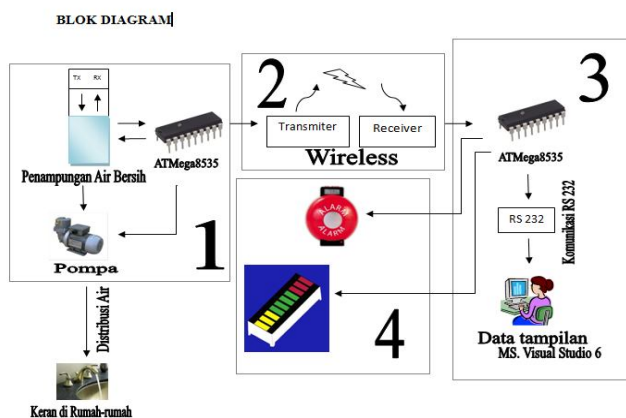
Metodologi dalam pengerjaan proyek ini adalah sebagai berikut :

A. Studi Literatur

Dalam proses perancangan dan pengujian sistem, studi literatur digunakan untuk mendapatkan parameter perancangan dan pengujian. Literatur didapatkan dari makalah-makalah, buku manual dan beberapa forum diskusi di internet.

B. Perancangan Sistem

Sistem yang dirancang berupa perangkat keras dan perangkat lunak yang juga termasuk pembuatan sensor ultrasonik bagian *transmitter* dan *receiver*. Data dari sensor ultrasonik akan dikirimkan secara *wireless* dengan menggunakan Xbee-Pro, kemudian digunakan aplikasi *visual basic* sebagai display agar dapat dimonitoring dari jarak jauh dan Lampu Bar sebagai outputnya.



Gambar 7. Blok Diagram Sistem

Uraian Blok Diagram

Pada gambar 7, dapat dilihat konfigurasi sistem secara keseluruhan dalam bentuk blok diagram. Terdapat komponen penting yang menyusun sistem di Blok 1, 2, 3 dan 4.

Adapun fungsi masing-masing dari blok pada gambar diagram diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

Blok 1

Pada Blok 1 ini berfungsi untuk mengetahui level ketinggian air bersih dari bak penampungan di PDAM, dimana bagian-bagiannya adalah sensor ultrasonik yang terdiri dari transmitter dan receiver dan mikrokontroler ATmega8535. Bak penampungan tersebut terhubung dengan pompa yang digunakan untuk memompa air yang ada di bak penampungan untuk didistribusikan ke konsumen langsung.

Blok 2

Pada Blok 2 berfungsi untuk mengirimkan data secara *wireless* (Tanpa Kabel) yang telah diolah di dalam IC mikrokontroler ATmega8535. Pada blok ini terdapat *Transmitter* dan *Receiver* untuk pengiriman data.

Blok 3

Pada Blok 3 berfungsi untuk mengirimkan data yang telah diterima di bagian *receiver* ke Personal Computer yang terlebih dahulu diolah didalam IC mikrokontroler ATmega8535. Bagian-bagian pada blok 3 ini adalah terdiri dari Perangkat Komputer, mikrokontroler ATmega8535 dan kabel serial RS232.

Data tampilan monitoring digunakan pemrograman Microsoft Visual Studio 6 untuk mengetahui level ketinggian air serta monitoring ON/OFF dari sebuah mesin pompa.

Blok 4

Pada blok 4 berfungsi untuk membunyikan sirine / alarm dan mengetahui level ketinggian air dengan menyusun beberapa LED yang membentuk batang yang panjangnya direncanakan sekitar 1000 cm (LED BAR). Jadi disamping level ketinggian dapat diketahui / dimonitoring melalui komputer, juga disini digunakan LED BAR untuk lebih memudahkan operator dalam pemantauan.

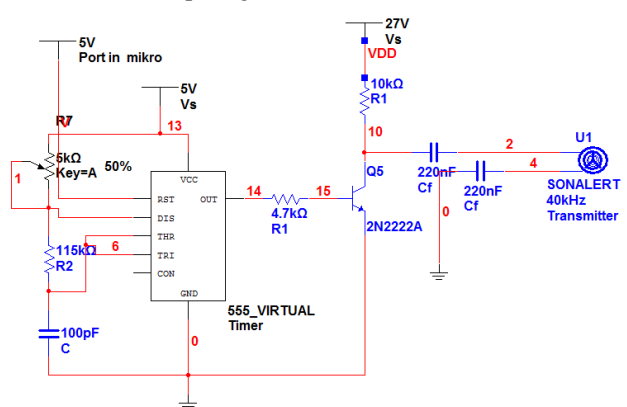
C. Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan perangkat keras pada proyek ini yaitu membuat rancangan sensor ultrasonik yang termasuk *transmitter* dan *receiver*. Dan beberapa sumber supply DC yang dibutuhkan. Dibawah ini dijelaskan secara lebih mendalam tentang perancangan perangkat keras yang digunakan :

1) Perancangan Ultrasonik :

Dalam perancangan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak ini, dibutuhkan adanya transduser ultrasonik diantaranya Transmitter dan Receiver.

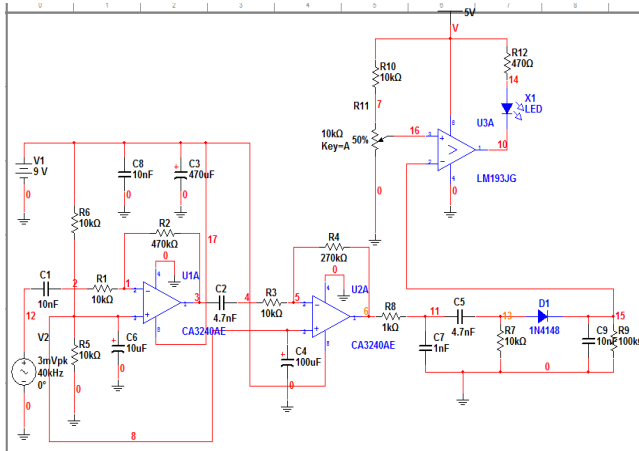
Transmitter : Dalam perancangan proyek ini, untuk membangkitkan gelombang ultrasonik, digunakan komponen IC Timer 555 yang disetting agar outputnya menghasilkan gelombang dengan frekuensi ± 40 KHz. Output dari IC Timer 555 ini memiliki amplitudo yang cukup kecil untuk bisa dihubungkan langsung ke transduser ultrasonik, oleh karena itu output dari IC Timer 555 terlebih dahulu harus dikuatkan amplitudonya dengan sebuah komponen tambahan. Dalam proyek ini digunakan transistor dalam penguatan amplitudonya. Gambar rangkaian dibagian *Transmitter* secara detail bisa dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Rangkaian Transmitter Ultrasonik

Receiver : Sinyal gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh transduser ultrasonik mengalami penyerapan gelombang sehingga diperlukan penguatan yang cukup terhadap sinyal yang diterima dibagian *receiver*. Dalam perancangan dibagian *receiver* ultrasonik pada proyek ini, dipergunakan IC Op-Amp CA3240 sebagai penguatannya. IC ini memiliki input impedansi yang cukup tinggi, sehingga berguna untuk menguatkan sinyal-sinyal kecil. Penguatan dilakukan 2 tingkat, yang pertama pada U1A sebesar $\frac{R2}{R1}$ kali (47 kali). Penguatan kedua dilakukan oleh U2A sebesar $\frac{R4}{R3}$ (27 kali). Maka penguatan total dari kedua op-amp ini yaitu sebesar 1269 kali. Selanjutnya dari hasil penguatan tersebut dilakukan filterisasi dengan rangkaian BPF (Band Pass Filter) dengan menggunakan komponen pasif. Pada sistem pengukuran pulsa ultrasonik, sinyal yang diterima harus dibawa kembali ke

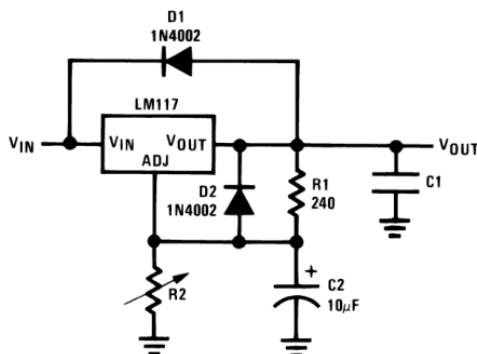
bentuk pulsa gelombang kotak dengan level TTL yaitu 5 volt. Maka dipergunakan IC Op-Amp 193 sebagai komparator. Jika sinyal diterima dibagian receiver, maka output dari komparator ini berlogika 0. Dan berlogika 1 bila tidak ada sinyal yang diterima. IC Op-Amp 193 ini merupakan *open collector*, sehingga dibutuhkan komponen tambahan dibagian outputnya yaitu dipergunakan pull up resistor. Gambar rangkaian dibagian receiver, diperlihatkan pada gambar 13 dibawah ini.



Gambar 9. Rangkaian Receiver Ultrasonik

2) Perancangan DC Power Supply

Pada proyek ini, dibutuhkan sumber DC dengan tegangan +9 Volt dan 27 Volt. Karena dalam proyek ini tidak digunakan baterai sebagai sumber DC, tetapi digunakan sumber dari jala-jala PLN dengan tegangan 220 Volt AC. Maka dibutuhkan rangkaian yang dapat mengubah dari tegangan AC ke tegangan DC. Digunakan 4 buah dioda untuk mengubah tegangan AC ke tegangan DC. 4 buah dioda ini disusun sedemikian rupa hingga didapatkan rangkaian *full wave rectifier*. Untuk menghasilkan output tegangan +9Volt yang stabil, maka dipergunakan IC 7809. Disamping sumber tegangan +9Volt DC, maka dibutuhkan juga tegangan 27 Volt. Untuk menghasilkan tegangan sebesar ini yang dapat diatur-aturnya, maka dipergunakan IC LM317. Gambar rangkaian diperlihatkan dibawah ini.



Gambar 10. Rangkaian sumber DC 27Volt

D. Melakukan Pengujian dan Analisa

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap kerja dari keseluruhan sistem yang dibuat. Pengujian dilakukan secara bertahap yaitu pertama adalah dilakukan pengujian pada sensor ultrasonik, yang kedua dilakukan pengujian terhadap modul xbee-pro yang dalam hal ini bertindak sebagai media pengiriman data secara *wireless*. Ketiga adalah dilakukan pengujian terhadap PC sebagai display yang menggunakan visual basic dalam pemrogramannya. Dan yang keempat adalah dilakukan pengujian terhadap sistem secara keseluruhan untuk pengambilan data dan menyusun analisa serta kesimpulannya.

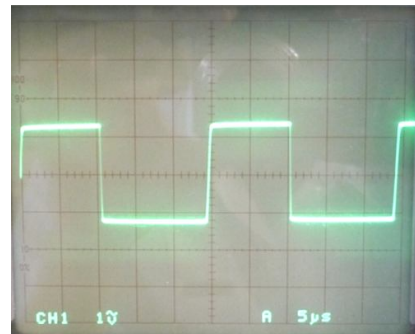
E. Pembuatan Laporan Tugas Akhir

V. PENGUJIAN ALAT

5.1).Pengujian Sensor Ultrasonik

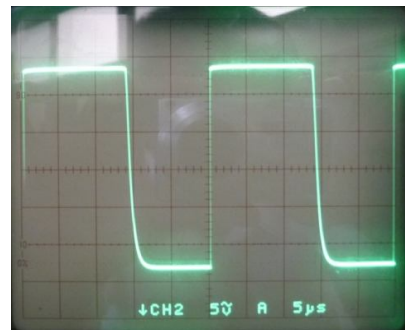
5.1.1) Pengujian Pembangkit Sinyal Burst 40 KHz

Sinyal burst 40 KHz didapat dari mikrokontroller ATmega8535 dengan pengaturan *high/low* output keluaran mikrokontroller di salah satu pin. Untuk memulai melakukan pengukuran, maka output keluaran mikrokontroller di salah satu pin diatur high selama 250 us. Dari gambar 11, terlihat hasil pengukuran Osiloskop frekuensi sinyal *burst* tepat 40 KHz yang didapat dari keluaran output IC timer 555 dan berarti hasil yang diharapkan sesuai dengan perencanaan.



Gambar 11 Sinyal Burst 40 KHz

5.1.2) Pengujian Rangkaian Penguat Tegangan

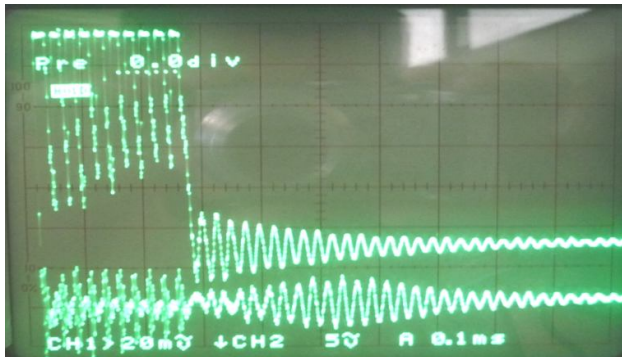


Gambar 12 Sinyal Burst 40 KHz Setelah Terjadi Penguatan oleh Transistor

Terlihat pada gambar 12, output keluaran dari hasil penguatan tegangan dengan transistor tersebut sebesar 27 Volt dan dinilai sudah cukup besar untuk menggetarkan transduser *Transmitter* ultrasonik.

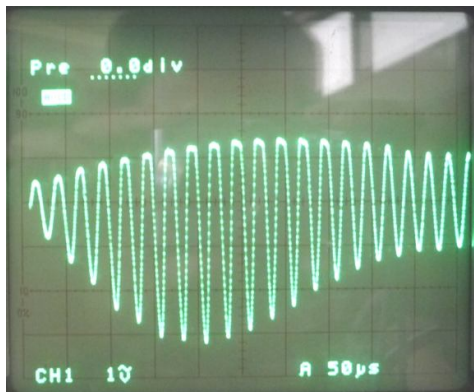
5.1.3) Pengujian Rangkaian Receiver Ultrasonik

Setelah gelombang sinyal *burst* 40 KHz dipancarkan oleh *transmitter* ultrasonik jika terkena dinding pemantul maka sinyal *burst* tersebut akan diterima oleh bagian *receiver* ultrasonik. Seperti terlihat pada gambar 13.



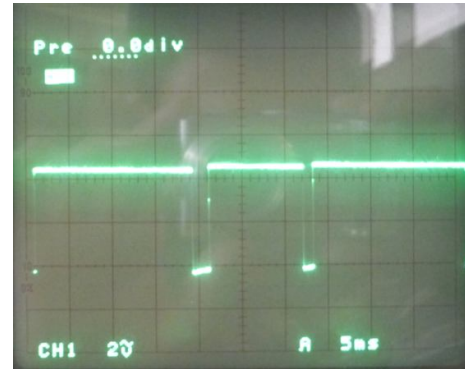
Gambar 13 Sinyal Burst dipancarkan oleh *Transmitter* dan diterima oleh *Receiver* Ultrasonik.

Sinyal *burst* yang diterima oleh *receiver* ultrasonik kemudian dikuatkan dengan *inverting* amplifier. Keluaran dari rangkaian *inverting* amplifier terlihat pada gambar 14 berikut.



Gambar 14 Sinyal *Receiver* Setelah Dikuatkan *Inverting* Amplifier

Sinyal *receiver* yang telah dikuatkan akan dimasukkan ke rangkaian *komparator* guna mendapatkan sinyal *stop* untuk mematikan *timer1* pada sistem mikrokontroler ATmega8535 dan menandakan bahwa *receiver* telah menerima sinyal *burst* yang dikirim oleh *transmitter* ultrasonik. Adapun keluaran dari rangkaian *komparator* dapat dilihat pada gambar 15 berikut.



Gambar 15 Sinyal Keluaran dari Rangkaian Komparator

5.2) Pengujian Supply Daya yang digunakan

Dalam pengujian supply daya, apakah sudah sesuai daya yang disuplai ke rangkaian transceiver dan ke rangkaian Ultrasonik. Supply daya pada modul *transmitter* dan *receiver* menggunakan 1 buah supply, sebesar +3,3 Volt. Dan supply daya pada rangkaian ultrasonik menggunakan 2 buah supply yaitu +9 Volt dan +27 Volt. Suplai daya +3,3Volt digunakan untuk mensuplai modul Xbee-Pro dan IC MAX3232 kemudian suplai +9 Volt untuk mensuplai Amplifier pada penguatan untuk *receiver* ultrasonik. Serta membutuhkan suplai daya sebesar +5 Volt untuk mensuplai Mikrokontroler ATmega8535.

Tabel 4.2 Hasil dari Pengukuran Tegangan

Supply Daya	Tegangan
Modul Xbee-Pro dan MAX3232	3.27 Volt
Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega8535	4.93 Volt
Rangkaian Ultrasonik	26.85 Volt
OP-Amp CA3240	8.82 Volt

5.3) Pengujian Level Indikator Ketinggian Air dengan Lampu Bar

Dalam pengujian ini, untuk membuktikan apakah level ketinggian yang ditampilkan oleh Lampu Bar sesuai dengan Level Ketinggian yang sebenarnya.

1. Tujuan

- Untuk mengetahui tingkat keberhasilan level ketinggian air yang ditampilkan oleh Lampu Bar.

2. Parameter yang Digunakan

- Mikrokontroler ATmega8535.
- Rangkaian Driver Relay.
- Lampu 5 Watt sebanyak 23 buah disusun seperti batang dengan panjang 225 cm dan jarak antar satu lampu dengan lampu lainnya adalah 9 cm.

3. Setting pengujian

- Memrogram mikrokontroler melakukan pengiriman data ketinggian dengan data 40 cm sampai 240 cm.
- Mendokumentasi hasil komunikasi serial tersebut.

4. Pengujian yang dilakukan

Pada pengujian ini, mikrokontroler mengirimkan data sebanyak 11 kali dengan data pertama 40 hingga data terakhir adalah 240. Data tersebut kemudian dinyatakan ke dalam level ketinggian air di Reservoir PDAM. Karena kedalaman reservoir yang ada di PDAM mencapai 450 cm, maka data tersebut digunakan untuk mengetahui tinggi level permukaan air. Jadi tinggi bisa didapatkan dengan cara, $\text{tinggi} = 450 - \text{data}$. Tetapi yang perlu dilakukan monitoring adalah hanya level ketinggian yang berada pada di atas sama dengan 50 %. Maka level Lampu Bar yang dirancang pada proyek akhir ini memiliki panjang 225 cm sehingga dapat menampilkan level ketinggian air dari level 50% hingga 100%. Kemudian tinggi tersebut digunakan untuk menentukan berapa banyak lampu yang menyala sehingga dapat menampilkan level ketinggian air berbentuk Lampu Bar.

Data yang dikirim : 40



Data yang dikirim : 60



Data yang dikirim : 80



Data yang dikirim : 100



Data yang dikirim : 120



Data yang dikirim : 140



Data yang dikirim : 160



Data yang dikirim : 180



Data yang dikirim : 200



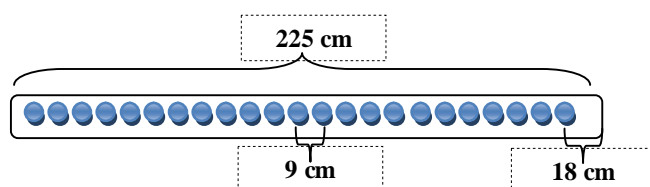
Data yang dikirim : 240



Keterangan :

- : ON / Lampu Menyala
- : OFF / Lampu Tidak Menyala

Spesifikasi dari Lampu Bar :



5. Analisa

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, lampu dapat menyala dan mati sesuai dengan data yang dikirimkan. Dan berdasarkan hasil dari pengujian tersebut, dapat diketahui bahwa level indikator ketinggian air dengan menggunakan Lampu Bar sesuai dengan level ketinggian yang sebenarnya dan hal ini sesuai dengan yang diharapkan karena tidak terjadi adanya *error*.

5.4) Pengujian Mengirim dan Menerima Transceiver

Dalam pengujian ini, modul rangkaian transceiver harus benar-benar terhubung. Pada sisi *transmitter* (pengirim) terhubung pada mikrokontroler dengan menghubungkan port Tx dan Rx. Sedangkan pada sisi *receiver* (penerima) terhubung dengan mikrokontroler juga. Kemudian data yang diterima oleh mikrokontroler tersebut, dikirimkan kembali oleh mikrokontroler ke PC dengan menggunakan koneksi serial (Konektor DB9). Pengujian ini sama seperti koneksi serial dari mikrokontroler ke PC, tetapi tanpa menggunakan kabel (*wireless*) yaitu menggunakan Xbee-Pro melalui frekuensi 2.4 GHz.

1. Tujuan

- Untuk mengetahui tingkat keberhasilan komunikasi dari mikrokontroler ke modul Xbee-Pro pada sisi *transmitter* kemudian dikirimkan *wireless* sehingga diterima oleh *receiver* modul Xbee-Pro, kemudian diterima oleh mikrokontroler dan diteruskan lagi mengirim ke PC.

2. Parameter yang Digunakan

- Mikrokontroler ATmega8535.
- Rangkaian serial RS232.
- Aplikasi komunikasi terminal menggunakan pemrograman Visual Basic.
- Kabel serial USB to Serial RS232.
- Modul Xbee-Pro (*transmitter* dan *receiver*)

3. Setting pengujian

- Memprogram mikrokontroler melakukan pengiriman data ke PC dengan komunikasi serial.
- Menentukan settingan komunikasi
- Mendokumentasi hasil komunikasi serial tersebut.

4. Pengujian yang dilakukan

Pada pengujian komunikasi serial RS232 yang dilakukan oleh modul Xbee-Pro yang menggunakan laptop maka memerlukan kabel USB to Serial agar bisa berkomunikasi secara serial. Dalam Proyek Akhir ini, digunakan fasilitas komunikasi dengan pemrograman Visual Basic. Di dalam pemrograman Visual Basic, maka perlu adanya pengaturan *baudrate*, *data bit*, *parity*, *stop bit* dan *flow control* sesuai dengan settingan komunikasi program yang diatur pada mikrokontroler.

5. Analisa

Berikut adalah hasil dari pengiriman data yang dilakukan. Data yang dikirim berupa karakter "E" sebanyak 1000 bit data. Dari data yang dikirimkan tersebut, semuanya berhasil diterima dengan baik sesuai dengan yang dikirimkan tanpa terjadi error data maupun kehilangan data.



Gambar 16 Hasil Pengujian Pengiriman dengan modul Xbee-Pro

VI. PENUTUP

6.1) Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada proyek akhir, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kesalahan pengukuran jarak dengan transduser ultrasonik relatif kecil yaitu sekitar 0,41 %. Dan dalam implementasinya arah transduser *transmitter* dan *receiver* harus tegak lurus terhadap permukaan air.
2. Adanya perbedaan antara hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor Ultrasonik terhadap benda padat dan benda cair.
3. Pengukuran jarak yang dilakukan oleh sensor Ultrasonik terhadap benda padat memiliki *%error* yang relatif lebih kecil dibandingkan terhadap benda cair
4. Hasil pengujian komunikasi serial RS232 mikrokontroler, dalam pengiriman data protokol ke PC secara *real time* dilakukan tiap data per 1 detik berjalan dengan baik.
5. Pada pengerjaan proyek akhir ini sudah dapat melakukan monitoring dan pengambilan data level ketinggian air yang ada di *reservoir* PDAM dengan menggunakan aplikasi Visual Basic.

6.2) Saran

Dalam pengerjaan proyek akhir tentunya tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kelemahan baik sistem maupun peralatan yang dibuat, untuk itu demi kesempurnaan proyek akhir dapat memberikan beberapa catatan :

1. Pastikan komunikasi serial antara mikrokontroler dengan PC bekerja dengan baik, sehingga modul *transceiver* (Xbee-Pro) dapat saling kirim-terima dengan baik pula.

2. Penggunaan modul *transceiver* dengan jarak yang lebih jauh, dan penempatan yang tepat agar proses kirim-terima dari alat ukur ke *server* (penerima data) dapat berjalan dengan baik dan tidak terjadi kehilangan data.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budioko Totok, 2005. *Belajar dengan mudah dan cepat Pemrograman Bahasa C dengan SDCC*. Yogyakarta:Graha Media
- [2] Sahala, Stepanus. 2004. *Gelombang Ultrasonik Dan Terapannya*. Surabaya: UNAIR.
- [3] Datasheet of XBee-PRO Dennis O. Gehris, Linda F. Szul. *Communication Technologies*. Pearson Education Inc, 2002.
- [4] M.Agus J. Alam, *Manajemen Database dengan Microsoft Visual Basic Versi 6.0*, ELEX MEDIA –
- [5] Dennis O. Gehris, Linda F. Szul. *Communication Technologies*. Pearson Education Inc, 2002.
- [6] Mubarak., H., 2008. Kamera Penjejak Objek Bergerak dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik, Tugas Akhir, Teknik Elektro ITS Surabaya.
- [7] X-CTU Configuration & Test Utility Software, <http://www.digi.com/support/eservice/login.jsp>
- [8] <http://fekarzone.wordpress.com/2009/10/24/op-amp/> diakses tanggal : 12 Desember 2010. Konsep OP-Amp
- [9] <http://www.suarasurabaya.net/v05/kelanakota/?id=867333a82624cfdcea7b2dcfad6871ea200745016> diakses tanggal: 17/04/2010 17.05 dari surasurabaya.net (2007) Konsep Komunikasi Serial.
- [10] <http://npx21.blog.uns.ac.id/2010/07/17/atmega8535/> diakses tanggal 2 Januari 2011. Tentang ATmega8535